

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ,
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ
ПЛЕНОК $n - PbTe$**

Коканбаев Исмаилжан Мамаджанович.
к.ф.-м.н., профессор. Кокандский Гос.университет.

Аннотация: Приведены результаты исследования термоэлектрические и гальваномагнитных свойства пленок $n - PbTe$. В качестве шихты использовались измельченные кристаллы $n - PbTe$, полученные зонной рекристаллизацией PbJ_2 . Рост T_k приводит к непрерывному увеличению коэффициента термоэлектрической мощности $\alpha^2\sigma$ (КТМ) пленок $n - PbTe$, при $T_k = (630 \pm 10)$ К пленки обладают максимальной величиной $\alpha^2\sigma$. Результаты показывают, что существует однозначная корреляция между структурными совершенствами пленок $n - PbTe$ и их термоэлектрическими свойствами: наиболее совершенная структура и наивыщий КТМ обеспечиваются в узком интервале температур конденсации $T_k = (620-640)$ К. Показано, что зависимости $\alpha^2\sigma$, проводимости и холловские концентрации электронов от T_k имеют узкий максимум вблизи 620 К. Полученные результаты показывают, что наиболее стабильные термоэлектрические свойства имеют пленки $n - PbTe$ полученные при $T_k = (620)$ К, а наиболее оптимальные температуры эксплуатации пленок $n - PbTe$, например, в качестве n -ветвей в термопреобразователях, ниже 400К.

Ключевые слова: халькогенид, термопреобразователь, термоэдс, теллурид, варыровалась, холловским, магнитосопротивления, реакционноспособный, реагент, деградации, аморф, термообработка, диапазон, варыровалась, подложка, полиамид, интенсивность.

Введение

Термоэлектрические свойство тонких пленок халькогенидов свинца зависят от процессов, протекающих на их поверхности, в частности, связанных с адсорбцией молекул кислорода [1]. Возможность использования тонких пленок $n - PbTe$, конденсированных на аморфных полимидных подложках ПМ-1, в термопреобразователях в качестве n -ветвей требует изучения атмосферного кислорода на электрофизические и термоэлектрические свойства этих пленок.

Основными характеристиками полупроводниковых термоэлектрических пленок являются тип проводимости, электропроводность, концентрация носителей заряда, подвижность, коэффициент термоэдс. Определение этих

величин для пленок $n - PbTe$ проводилось нами из измерений электропроводность, эффектов Холла, Зеебека и магнитосопротивления [2].

Интерес к изучение взаимодействия пленок теллурида свинца с кислородом в основном обусловлен двумя причинами. Первая связана с необходимостью активирующей термообработки пленок $n - PbTe$ в кислородосодержащей среде при изготовлении фотоприемников ИК-диапазона [3], что проводит, как и случае пленок PbS , к росту фоточувствительности. Одной из первых работ, посвященных поиску оптимальных режимов активирующей обработки пленок $n - PbTe$, явилась работа Боде и др. [4], которые обнаружили возрастание сопротивления и фоточувствительности пленок при их обработке в кислороде.

Пленки теллурида свинца являются базовыми элементами пленочных термообразователей и батарей. Благодаря высоким термоэлектрическим характеристикам, в приборах на их основе обеспечивается эффективное преобразование лучистой и тепловой энергии в электрические сигналы.

Широкое использование пленок $n - PbTe$ в термоэлектричестве стало возможным благодаря разработке достаточно сложной технологии их производства. Несмотря на ощутимые успехи в достижении пленками $n - PbTe$ высоких эксплуатационных параметров, считать что в лучших образцах обеспечиваться задание физически предельных свойств, нет оснований. Как и вся пленочная электроника, отрасль, относящаяся к изучению методов получения пленок $n - PbTe$ находится в непрерывном развитии.

Объектами нашего внимания стали пленки халькогенидов свинца, являющиеся элементами конкретных приборных структур. Обычно средой, в которой происходит эксплуатация этих приборов, является атмосфера. Наиболее реакционноспособный реагент атмосферы по отношению к халькогенидам свинца – кислород, поэтому, исходя из потребностей практического использования пленок халькогенидов свинца, основное внимание в работе взаимодействия пленок с кислородом, стимулированным термическими процессами[5,6].

Интерес к изучению взаимодействия пленок теллурида свинца с кислородом в основном обусловлен двумя причинами. Первая связана с необходимостью активирующей термообработки пленок $PbTe$ в кислородосодержащей среде при изготовлении фотоприемников ИК диапазона [3].

Одной из важнейших проблем в создании пленочных термопреобразователей является разработка оптимальной технологии препарирования пленочных ветвей. Она заключается, во-первых, в придании пленкам высокой термоэлектрической мощности $\alpha^2\sigma$ [1], а во-вторых в

нахождении таких макроскопических режимов технологии, которые обеспечивали бы повторяемость параметров пленок в каждом технологическим цикле. Это задача включает не только подбор технологических параметров(степень вакуума в технологической камере, температуре испарения и конденсации, расстояния от испарителя до подложки) материалов испарителя и подложки, но комплексное исследование закономерностей формирования и фазового состава конденсатов и зависимостей основных физических свойств пленок от технологических режимов. Поэтому решение каждой конкретной задачи создания той и иной пленки, предназначенной для использования в различных типах первичных преобразователей необходимо начинать разработки технологии.

Основная часть

В данной работе приведены результаты экспериментального изучения влияния условий получения пленок $n - PbTe$ на их термоэлектрические и гальваномагнитные свойства. Аналогичное исследование было проведено в [6] для твердых растворов $Pb_{1-x}Sn_xTe\langle Te \rangle$.

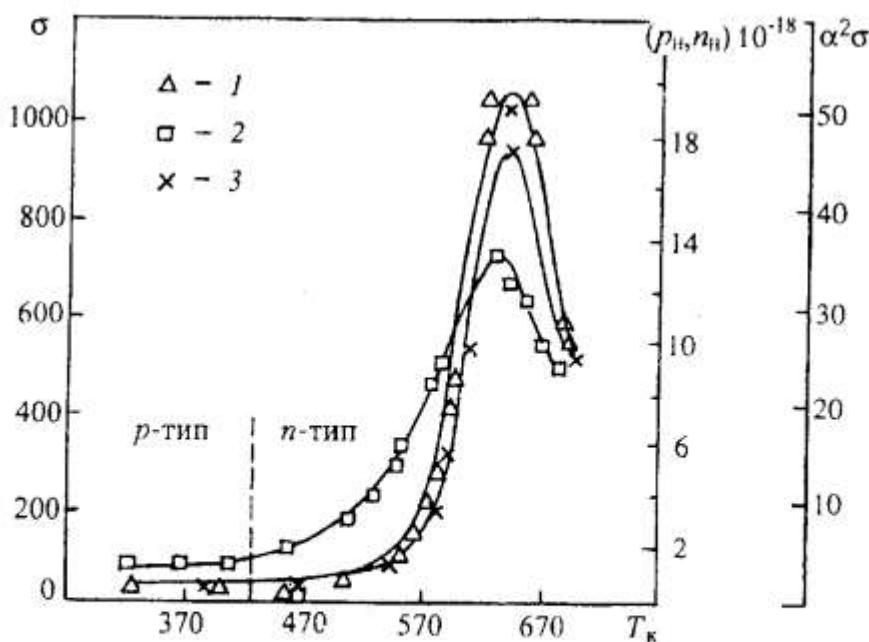
Пленки $n - PbTe$ были получены термическим осаждением в вакууме с остаточным давлением $5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-6}$ торр на разогретые аморфные подложки – полиамидную ленту ПМ – 1. В качестве шихты использовались измельченные кристаллы $n - PbTe$, полученные зонной рекристаллизацией PbJ_2 .

На термоэлектрические и гальваномагнитные свойства пленок $PbTe$ наиболее существенно влияет T_k . При поиске оптимального технологического режима конденсации пленок $n - PbTe$ с высокими термоэлектрическими параметрами T_k варьировалась в пределах 300 – 600 К.

Полученные нами пленки $PbTe$, конденсированные при $T_k < 445$ К, при комнатной температуре обладает дырочной проводимостью, а конденсированные при $T_k > 470$ К - электронной проводимостью. На рисунке представлены экспериментальные зависимости кинетических коэффициентов пленок $n - PbTe$, сконденсированных на подложку ПМ- 1 в интервале T_k от комнатной до 660 К. В проведенных исследованиях самые высокие значения σ , $R_H\sigma$, n_H наблюдались в пленках, полученных при $T_k = (620-640)$ К. Из рисунка видно, рост T_k приводит к непрерывному увеличению коэффициента термоэлектрической мощности $\alpha^2\sigma$ (КТМ) пленок $n - PbTe$, при $T_k = (630 \pm 10)$ К пленки обладают максимальной величиной $\alpha^2\sigma$, значение которой составляет (45-50) мкВт/(К².см). Зависимости $\alpha^2\sigma$, проводимости σ и холловской концентрации электронов n_H от T_k имеют узкий максимум вблизи 620 К[6].

При произвольных температурах конденсации концентрация носителей заряда в пленках, определенная холловским измерением, ниже концентрации в исходной шихте, а при $T_k \approx 620$ К они максимально сближаются.

Полученные нами результаты показывают, что существует однозначная корреляция между структурными совершенствами пленок $n - PbTe$ и их термоэлектрическими свойствами: наиболее совершенная структура [7.8] и наивыщий КТМ обеспечиваются в узком интервале температур конденсации $T_k = (620-640)$ К, т.е. структурно упорядоченным пленкам соответствуют самые высокие термоэлектрические свойства[9].



Зависимость электропроводности, холловской концентрации носителей заряда и коэффициента термоэлектрической мощности в пленках n - $PbTe$ от температуры конденсации: 1 – электропроводность; 2 – холловские концентрации дырок и электронов; 3 – коэффициент термоэлектрической мощности. T_k , К. $\alpha^2\sigma$, мВт/($K^2 \cdot \text{см}$), σ , $\Omega^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$; ρ_H , n_H , см^{-3}

Заключение

Исследование термообработки пленок на воздухе показывают, что увеличением температуры обработки (выше) интенсивность деградации свойств пленок увеличивается[10].

Таким образом, полученные результаты показывают, что наиболее стабильные термоэлектрические свойства имеют пленки $n - PbTe$ полученные при $T_k = (620)$ К, а наиболее оптимальные температуры эксплуатации пленок $n - PbTe$, например , в качестве n- ветвей в термопреобразователях, ниже 400К.

Литература.

1. Гольцман Б. М., Дащевский З. М., Кайданов В.И., Коломеец Н.В.// Пленочные термоэлементы: физика и применение.-М., -1985.
2. Кучис Б. В. Методы исследования эффекта Холла. //М . Советское радио.- 1974. -238 С.
3. Боде Д.Е. Детекторов на основе солей свинца// Физика тонких пленок. Т.3./ Под ред.Г.Хасса и Р,Э.Туна.М. МИР. 1968С. 299-327.
4. D. E. Bode, H. Levinstein, E.Donald, Phys. Rev. **96**, 259(1954).

5. Под ред.Г.Хасса и Р.Э.Туна
6. 5.Азимов С.А., Атакулов Ш.Б. Кинетические явления в поликристаллических пленках халькогенидов свинца и висмута. Ташкент. 1985.104 с.
7. Атакулов Ш.Б., Коканбаев И.М.// ЖТФ ю1986.Т.56.Иып.7.С 1430-1431.
8. 7.Атакулов Ш.Б., Коканбаев И.М.//Физика полупроводниковых первичных преобразователей и их применения для теплофизических измерений. Ташкент. 1984. С19-29.
9. Атакулов Ш.Б., Коканбаев И.М.,Мухаммадиев М. А. // Докл.АН Уз ССР. 1985, Вып. 9. С 30-32.
- 10.Атакулов Ш.Б., Коканбаев И. М. Термоэлектрические и радиационные стимулированные процессы поликристаллических пленок халькогенидов свинца. –Т.- Фан.(Монография). -1992.- 96 С.
- 11.Коканбаев И.М. Влияние атмосферного кислорода на термоэлектрические свойства пленок $n - PbTe$.Uzbek Journal of Physics. Vol. 4(№3). 2001.PP.223-235.